

公開実用 昭和55—100134



实用新案登録願

(4,000円) 昭和53年12月29日

特許庁長官 熊谷善二殿

1. 考案の名称 熱電対の室温補償回路

2. 考案者

住 所 東京都練馬区旭町3丁目30番3号

氏 名 北村健三(外3名)

3. 実用新案登録出願人

住 所 埼玉県浦和市大字町谷520番地

氏 名 株式会社芝浦電子製作所

代表者 北村健三

4. 代理人

住 所 東京都豊島区南長崎2丁目5番2号

氏 名 (7139) 弁理士玉蟲久五郎

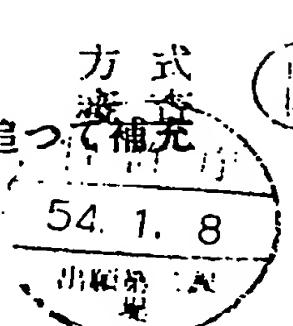
(外3名)

5. 添付書類の目録

レ	(1)	明細書	1通
✓	(2)	図面	1通
✓	(3)	委任状	1通
	(4)	願書副本	1通

53 183014

100134



明細書

1 考案の名称 热電対の室温補償回路

2 実用新案登録請求の範囲

1 热電対の热起電力を増幅する第1の増幅器と、定電圧源からサーミスタを経て直列に駆動されその両端に補償電圧を発生する定抵抗 $R_0 = \frac{r_1 r_2 + r_2 r_3 - 2r_1 r_3}{r_1 + r_3 - 2r_2}$ (ただし r_1 , r_2 および r_3 は前記サーミスタのそれぞれ低温端, 中点温度および高温端の抵抗) と、該補償電圧を増幅する第2の増幅器と、前記第1の増幅器の出力電圧と前記第2の増幅器の出力電圧とを加算する加算回路とを具えたことを特徴とする热電対の室温補償回路。

2 前記第2の増幅器が、前記補償電圧における所要の補償直線との二乗誤差が最小になるよう、その利得とオフセット電圧とを定められていることを特徴とする実用新案登録請求の範囲第1項記載の热電対の室温補償回路。

3 考案の詳細な説明

(1)

34

公開実用 昭和55-100134

本考案は熱電対温度検出装置における、サーミスタを用いた熱電対の室温補償回路に関するものである。

熱電対を用いた温度検出装置においては、周囲温度の補償をしないと正確な温度検出を行うことができないため、室温補償を行う必要がある。このような室温補償は例えばサーミスタを使用して行うことができる。

第1図は従来のサーミスタを用いた熱電対の室温補償回路の構成を示す回路図である。第1図において、熱電対1の発生した熱起電力は増幅器2で一定の増幅を行った後、加算器3の一方の入力に加えられる。サーミスタ4は定電流電源端子5から定電流で駆動されていて、その両端の電圧は増幅器6で一定の増幅を行った後加算器3の他方の入力に加えられる。加算器3は両入力を加算して端子7に出力する。

このようにして、熱電対の出力に、サーミスタが検知した室温出力を加算することによって、眞の温度出力が求められる。しかしながら、サーミ

スタの温度一抵抗特性は、温度に対して抵抗値が指數関数的に変化するが、必ずしも直線的でなく、周知のようにややS字状を呈して変化する。従つて第1図の回路でサーミスタの出力電圧をそのまま加算した場合、誤差が不均等に分散し、部分的に大きな誤差を生じる。このように、従来のサーミスタを用いた熱電対の室温補償回路は正確さを欠く欠点があつた。

本考案はこのような従来技術の欠点を除去しようとするものであつて、その目的は使用温度範囲内における誤差をほぼ均等に分散させることができ、またその誤差を最小にすることができる室温補償回路を提供することにある。この目的を達成するため本考案の熱電対の室温補償回路においては、熱電対の熱起電力を増幅する第1の増幅器と、定電圧源からサーミスタを経て直列に駆動されその両端に補償電圧を発生する定抵抗 $R_0 = \frac{r_1 r_2 + r_2 r_3 - 2 r_1 r_3}{r_1 + r_3 - 2 r_2}$ (ただし r_1 , r_2 および r_3 は前記サーミスタのそれぞれ低温端、中点温度および高温端の抵抗)と、該補償電圧を増幅する第2の増幅器と、前記第1

公開実用 昭和55-100134

の増幅器の出力電圧と前記第2の増幅器の出力電圧とを加算する加算回路とを具えたことを特徴としており、さらに前記第2の増幅器が、前記補償電圧における所要の補償直線との二乗誤差が最小になるようにその利得とオフセット電圧とを定められていることを特徴としている。

以下実施例について説明する。

第2図は本考案の熱電対の室温補償回路の一実施例の構成を示す回路図である。同図において符号1, 2, 3, 4, 6, 7のあらわすところは第1図の場合と異なる。8は定電圧電源端子、9は定抵抗、10は補償電圧端子である。

第2図において熱電対1の熱起電力は第1図の場合と同様に増幅器2を経て加算器3の一方の入力に加えられる。また一定電圧を与えられる定電圧電源端子8と接地間に接続されたサーミスタ4と定抵抗9の直列回路において、定抵抗9の両端に発生した電圧は増幅器6を経て加算器3の他方の入力に加えられる。両増幅器2, 6の利得はそれぞれ一定であり、加算器3は熱電対1の出力電

圧と、定抵抗 r の両端に発生した補償電圧 E_0 とを加算して端子7に出力する。

第3図は、第2図の回路において、定抵抗 r の両端に発生する補償電圧 E_0 を示した図である。同図において、 t_1 、 t_3 はそれぞれ補償すべき室温の範囲の低温側と高温側の温度を、 t_2 はそれらの中点の温度をあらわしている。

第3図にみられるごとく補償電圧 E_0 は、前述のごときサーミスタのS字形特性に対応して、室温の変化に対してS字状に変化する特性を示す。今、第3図の E_0 曲線において、等間隔に選ばれた3温度点 t_1 、 t_2 、 t_3 に対応する補償電圧値 E_{01} 、 E_{02} 、 E_{03} が一直線($E_0(L)$ 直線)上にあるとすれば、次の各式が成立する。

$$E_{01} = \frac{R_0}{R_0 + r_1} \cdot V_{cc} \quad (1)$$

$$E_{02} = \frac{R_0}{R_0 + r_2} \cdot V_{cc} \quad (2)$$

$$E_{03} = \frac{R_0}{R_0 + r_3} \cdot V_{cc} \quad (3)$$

(5)

公開実用 昭和55-100134

ここで R_0 は抵抗 9 の値、 V_{cc} は端子 8 から与えられる定電圧である。また r_1, r_2, r_3 はサーミスタ 4 のそれぞれ温度 t_1, t_2, t_3 における抵抗値であり、 $r_1 > r_2 > r_3$ とする。

補償電圧 E_{01}, E_{02}, E_{03} は、一直線上にあるという条件から次のように書ける。

$$\frac{E_{03} - E_{02}}{\Delta t} = \frac{E_{02} - E_{01}}{\Delta t} \quad (4)$$

ただし $\Delta t = t_3 - t_2 = t_2 - t_1$ である。従つて(1), (2), (3)式を(4)式に代入して、次の関係が得られる。

$$\frac{R_0}{R_0 + r_3} \cdot V_{cc} - \frac{R_0}{R_0 + r_2} \cdot V_{cc} = \frac{R_0}{R_0 + r_2} \cdot V_{cc} - \frac{R_0}{R_0 + r_1} \cdot V_{cc} \quad (5)$$

そこで(5)式を R_0 について解くことによつて、次のように R_0 を求めることができる。

$$R_0 = \frac{r_1 r_2 + r_2 r_3 - 2 r_1 r_3}{r_1 + r_3 - 2 r_2} \quad (6)$$

このようにして、サーミスタによって定抵抗の両端に発生する補償電圧の簡易直線近似を行うことができる。

(6)

(6)式のように抵抗値 R_0 を定めた場合、第3図に示されたごとき E_0 曲線の $E_0(L)$ 直線からの誤差をほぼ上下対称に分散させ得ることは明らかであり、これによつて誤差が部分的に大きくなることを防止することができる。この場合、上述の3温度点 t_1, t_2, t_3 における誤差が零となるので、調整が容易であり、コスト的にも利益が得られる。

また、このようにして選ばれた抵抗 R_0 に対し、最小二乗法を用いた調整を施すことによつてさらに誤差の分散を小さくすることもできる。第3図において直線 $E_0(L_2)$ は、前述のように抵抗 R_0 を選んだときの E_0 曲線に対し、補償電圧 E_0 との二乗誤差が最小になるように選ばれた直線である。

第3図において、補償すべき温度範囲を i ($i=1 \sim n$) 等分したときの各点の温度 t_i と、対応する補償電圧 $E_0(L_i)$ は第3図の E_0 曲線から求められる。従つてこれらに最小二乗法を適用して直線 $E_0(L_2)$ を次の関係から定めることができる。

$$E_0(L_2)i = a + bT_i \quad (7)$$

(7)

公開実用 昭和55-100134

なおここで α は切片、 β は傾きである。

調整は、このようにして求められた直線 $E_0(L_2)$ が直線 $E_0(L)$ に一致するように、増幅器6の利得とゼロ点のオフセットを変更することによって行なうことができる。

このように調整することによつて、誤差の分散を前述の簡易直線近似を行う方法によるよりも、さらに小さくすることができる。しかしながらこのような調整を行つた場合は、補償電圧値の所望の直線 $E_0(L)$ に対する誤差が、3温度点 t_1, t_2, t_3 においてゼロにならないため、調整に時間がかかるつて必ずしも経済的ではない。

このように両方法には一長一短があるので、用途によつて選択すれば極めて有効である。なお以下、具体例について数値を挙げて説明する。これらの例において室温補償範囲は0~60°C、使用したサーミスタの特性は $r_1(0°C) = 150 K\Omega$, $r_2(30°C) = 37.284 K\Omega$, $r_3(60°C) = 11484 K\Omega$, B 定数=3970 K(0~100°C), 定電圧電源の出力電圧 $V_{cc} = 1.089 V$ (一定)である。また第4図は各調整法による直

(8)

線と補償電圧との誤差を示す図である。

(1) 簡易直線近似法による抵抗 R_0 の決定と誤差評価

前述の(1)式にサーミスタの特性抵抗値 r_1, r_2, r_3 を代入して得られた抵抗 R_0 の値は、 $R_0 = 29.633 K\Omega$ である。

このときの近似直線 $E_0(L_1)$ を求めると次のようにになる。

$$E_0(L_1) = 10.0866t + 179.646 \text{ (mV)} \quad (8)$$

第4図(a)は補償電圧 E_0 と(8)式による近似直線 $E_0(L_1)$ との差を示したものである。

(2) 最小二乗法による調整直線の決定と誤差評価

(1)の場合と同様に $R_0 = 29.633 \Omega$ とし、最小二乗法によつて求められた調整直線を $E_0(L_2)$ とすると、次のように表わされる。

$$E_0(L_2) = 10.363t + 171.058 \text{ (mV)} \quad (9)$$

第4図(b)は補償電圧 E_0 と(9)式による調整直線 $E_0(L_2)$ との差を示したものである。

なおこの場合の調整は、サーミスタの代りに
(9)

公開実用 昭和55-100134

基準抵抗を用いて、次のような値が得られるよう¹に増幅器の利得とオフセットを調整する。

0°C相当, $r_1 = 150K\Omega$ において $E_0(L_2) = 171.058 (\text{mV})$

30°C相当, $r_2 = 37.284K\Omega$ において $E_0(L_2) = 481.948 (\text{mV})$

60°C相当, $r_3 = 11.484K\Omega$ において $E_0(L_2) = 792.838 (\text{mV})$

(3) 抵抗 R_0 の値を任意に選んだ場合の誤差評価

抵抗 R_0 を任意の値、例えば $R_0 = 10K\Omega$ としたとき、最小二乗法によつて求められた調整曲線を $E_0(L_3)$ とすると、次のようになる。

$$E_0(L_3) = 7.400 t + 34.547 (\text{mV}) \quad (10)$$

第4図(c)は補償電圧 E_0 と(10)式による調整曲線 $E_0(L_3)$ との差を示したものである。

このように、抵抗 R_0 として任意の値を用いた場合は誤差分散は一般に大きくなるが、簡易直線近似の方法により抵抗 R_0 を決定すれば誤差分散は小さくなり、さらに最小二乗法を用いて調整点を変えれば誤差分散はより小さくなる。

このようにして得られた補償電圧 E_0 を第2図の熱電対の室温補償回路において用いた場合の、

(10)

真の温度との誤差は次のようにあつた。

熱電対：クロメル・アルメル

熱電対測定温度範囲：0～500°C

室温補償範囲：0～60°C

サーミスタの定数： $r_1 = 150 K\Omega$, B定数 = 3970K(0～100°C)

において

簡易直線近似法による最大誤差：フルスケールの 0.96%

最小二乗法によつて調整したときの最大誤差：フルスケールの 0.58%

以上説明したように本考案の熱電対の室温補償回路によれば、使用室温範囲内における誤差をほぼ均等に分散させることができ、またその誤差を最小にすることができるので優れた効果が得られる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は従来のサーミスタを用いた熱電対の室温補償回路の構成を示す回路図、第2図は本考案の熱電対の室温補償回路の一実施例の構成を示す回路図、第3図は補償電圧を示す図、第4図は各調整法による直線と補償電圧との誤差を示す図である。

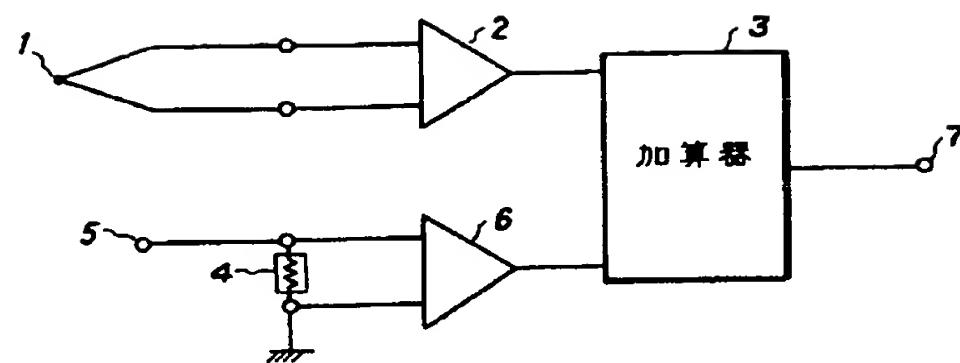
公開実用 昭和55-100134

1 热電対、 2 増幅器、 3 加算器、
4 サーミスタ、 5 定電流電源端子、 6
..... 増幅器、 7 出力端子、 8 定電圧電源
端子、 9 抵抗、 10 補償電圧端子

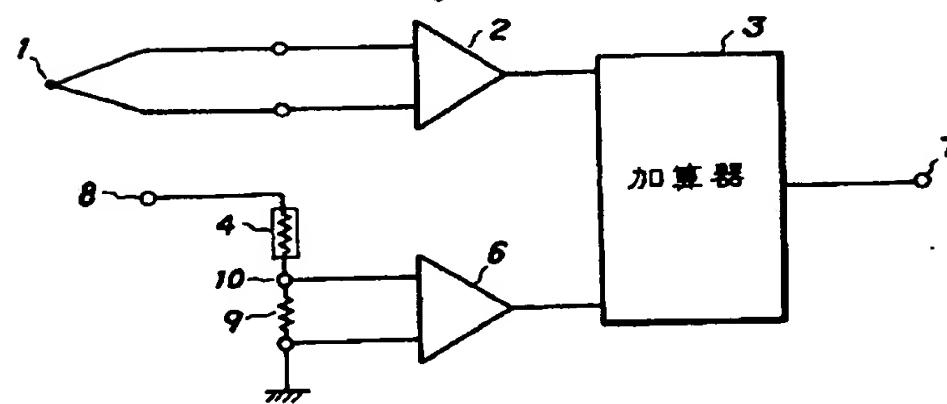
实用新案登録出願人 株式会社 芝浦電子製作所

代理人 弁理士 玉蟲久五郎
(外3名)

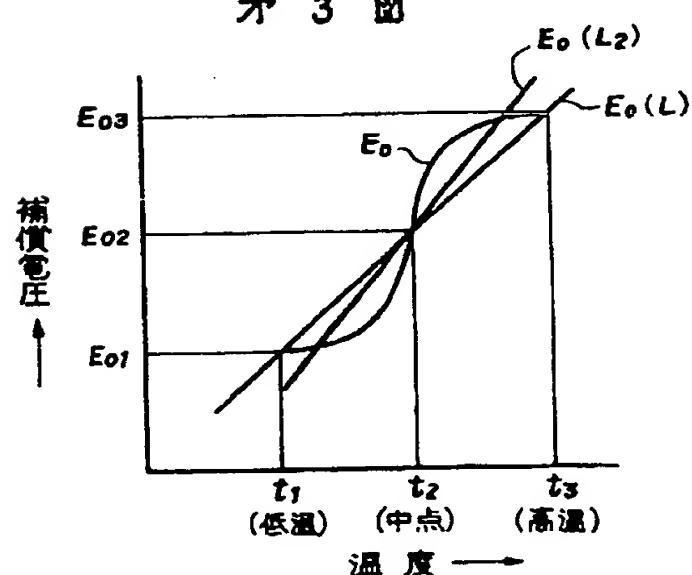
方 1 図



方 2 図



方 3 図

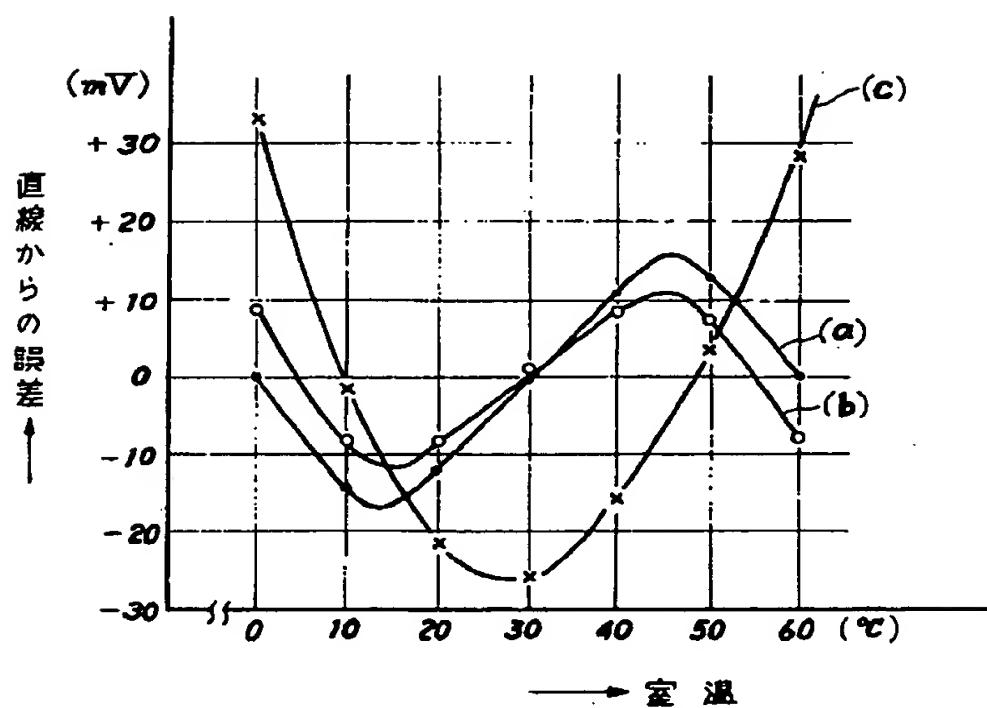


100:34 1/2

(右名)

公開実用 昭和55-100134

第4図



2/2

立利電子製作所
五郎(外3名)

6. 前記以外の考案者および代理人

(1) 考案者

住 所 埼玉県上尾市小敷谷845-1番地
西上尾第1団地3-6-104

氏 名 千葉 真木夫

住 所 埼玉県蕨市蕨越2丁目19番2号

氏 名 丸山 苦惣

住 所 埼玉県浦和市大字町谷510番地

氏 名 朝倉 正博

(2) 代理人

住 所 東京都豊島区南長崎2丁目5番2号

氏 名 (7283) 弁理士 柏谷 昭

住 所 同上

氏 名 (7589) 弁理士 渡邊 弘

住 所 同上

氏 名 (7919) 弁理士 佐山 正

34